



身体動作の動力学的分析によるスポーツシューズの評価法に関する研究

著者	仲谷 政剛
発行年	2014
学位授与大学	筑波大学 (University of Tsukuba)
学位授与年度	2014
報告番号	12102甲第7128号
URL	http://hdl.handle.net/2241/00124192

氏名（本籍）	仲谷 政剛（北海道）
学位の種類	博士（体育科学）
学位記番号	博甲第 7128 号
学位授与年月	平成26年 7月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
審査研究科	人間総合科学研究科
学位論文題目	身体動作の動力学的分析によるスポーツシューズの評価法に関する研究
主査	筑波大学教授 藤井範久 博士（学術）
副査	筑波大学准教授 小池関也 博士（工学）
副査	筑波大学教授 高木英樹 博士（工学）
副査	筑波大学教授 浅井 武 博士（工学）

論文の内容の要旨

（目的）

身体とスポーツサーフェスとの力のやり取りを担う重要なインターフェースであるスポーツシューズにおいて、シューズ特性の変化が身体重心速度生成における筋の動力学的な特徴に与える影響については明らかにされていない。本研究の目的は、筋の収縮様式を考慮した支持脚筋群の動力学的な特徴の定量化手法を確立し、シューズのミッドソール特性の変化が走動作における各評価値に及ぼす影響を検討することにより、シューズ構造の評価法への知見を得ることであった。そのため、以下の3つの研究課題を設定した。

研究課題1：筋の収縮様式を考慮した支持脚筋群の動力学的な役割の定量化手法を提案し、定速走動作を対象として支持脚筋群の動力学的な役割を検討すること。

研究課題2：筋張力の動力学的変換率および発揮負担度の定量化手法を提案し、定速走動作における支持脚筋群の動的な特徴を把握すること。

研究課題3：シューズのミッドソール特性の変化が走動作における各筋群の動的な特徴に及ぼす影響について検討すること。

（対象と方法）

研究課題1：成人男性12名の定速走動作データに対して、筋骨格モデリングソフトウェアを用いて推定した支持脚各筋群の筋張力を入力とする全身の運動方程式に基づく動力学的分析手法を提案し、さらに筋の収縮様式を考慮して支持脚筋群の動力学的な役割について検討する。

研究課題2：研究課題1において収集したデータに対して、支持脚各筋群の筋張力による身体の推進・制動

および支持に対する貢献を示す筋張力の動力的変換率、ならびに各筋群の張力発揮能に対する発揮張力の割合を示す筋張力の発揮負担度を指標として提案し、これらの指標を用いて定速走動作における支持脚筋群の動的な特徴を検討する。

研究課題 3: 成人男性 7 名に対してミッドソールの前足部と踵部の厚みが異なる 5 種類のシューズを着用させ、研究課題 1 と同一の走速度条件による測定を行い、この厚み差が、研究課題 2 において提案した各指標に及ぼす影響について考察を行い、ミッドソール構造の評価に対する示唆を引き出す。

(結果と考察)

研究課題 1

- 1) 広筋群は、制動局面においては伸張性収縮、推進局面においては短縮性収縮によって、また、大腿直筋は支持期を通して伸張性収縮によって、それぞれ身体の支持および制動に貢献していた。
- 2) 下腿三頭筋は、制動局面においては主に伸張性収縮、推進局面においては主に短縮性収縮により、身体の支持および前方への推進に大きく貢献していた。

これらのことから、支持脚筋群が担う役割が筋群毎に異なることに加えて、収縮様式も筋群毎に異なることが明らかとなった。

研究課題 2

- 1) 動力的変換率は、水平前後方向成分に比べて、鉛直方向成分が大きかった。
- 2) 筋張力発揮負担度は、身体の制動に貢献する筋群において、短縮性収縮時に比べて伸張性収縮時に大きかった。

これらのことから、筋の動力的変換率は筋毎に一樣ではなく、水平前後方向成分よりも鉛直方向成分において大きいこと、特に鉛直方向成分においては、短縮性収縮時に比べて伸張性収縮時においてその値が大きいという特徴が示された。

研究課題 3

- 1) 腓腹筋では、ソール厚の前足部に対する踵部の増加により、発揮される筋張力および張力発揮負担度が減少し、筋張力の身体重心速度変化に対する貢献も減少した。
- 2) ヒラメ筋では、ソール厚の前足部に対する踵部の増加に伴い、身体重心速度変化の鉛直方向成分に対する筋張力の貢献は、収縮様式に関わらず、筋張力の減少により小さくなった。

これらのことから、ミッドソールの前足部と踵部の厚み差が、各筋群の動的な特徴に及ぼす主たる影響が明らかとなり、シューズ構造の変更により、発揮張力の走動作に対する変換率および下肢筋群の負担を変化させることが可能であることが示唆された。

(結論)

本研究から、踵接地タイプのランナーの定速走動作における支持脚筋群について、以下のことがわかった。

- 1) 支持脚筋群が担う役割が筋群毎に異なることに加えて、収縮様式も筋群毎に異なる。
- 2) 筋張力の動作に対する変換率の大きさは筋毎に一樣ではなく、水平前後方向成分よりも鉛直方向成分の方が大きいこと、特に鉛直方向成分においては、短縮性収縮時に比べて伸張性収縮時において変化率が

大きい。

- 3) ミッドソールの前足部と踵部の厚み差構造により、発揮張力の走動作に対する変換率および下肢筋群の負担を変化させることが可能である。

審査の結果の要旨

(批評)

本論文は、筋の動作変換率および発揮負担度を指標とする評価手法を、筋の収縮様式を考慮して提案するとともに、筋の発揮張力の走動作に対する変換率向上ならびに筋の負担軽減を実現しうるスポーツシューズ構造の評価への知見を得ることを目的としたものである。

論文審査会では、全身の運動方程式および最適化計算による推定筋張力を用いて、筋張力の動力的変換率および発揮負担度という筋の動作生成に対する動力的な特徴を示す指標を提案し、これらの指標がシューズのミッドソールの厚さの変化によってどのように変化するかをキネマティクスも含めて筋の収縮様式別に詳細に定量化している点が優れているとされた。なお、筋張力は最適化手法による推定値であるものの、その分析手法は全身の運動方程式を用いた筋張力と動作出力との因果関係に基づくものであり、各種スポーツ動作へ容易に適用可能な汎用性を有していることが高く評価された。

平成26年5月30日、学位論文審査委員会において、審査委員全員出席のもと論文について説明を求め、関連事項について質疑応答を行い、最終試験を行った。その結果、審査委員全員が合格と判定した。

よって、著者は博士（体育科学）の学位を受けるのに十分な資格を有するものと認める。